

Attorney's Docket No.: 324-010126-US(PAR)

**PATENT**

#3  
H. H. H. H.  
4-3 of

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

**Express Mail No.: EL067144443US**

**In re application of: KALLIOKULJU et al.**

**Group No.:**

**Serial No.: 0 /**

**Filed: Herewith**

**Examiner:**

**For: DATA PACKET NUMBERING IN PACKET-SWITCHED DATA TRANSMISSION**

**Commissioner of Patents and Trademarks  
Washington, D.C. 20231**

**TRANSMITTAL OF CERTIFIED COPY**

Attached please find the certified copy of the foreign application from which priority is claimed for this case:

**Country : Finland**  
**Application Number : 20001792**  
**Filing Date : 14 August 2000**

**WARNING:** "When a document that is required by statute to be certified must be filed, a copy, including a photocopy or facsimile transmission of the certification is not acceptable." 37 CFR 1.4(b) (emphasis added.)

  
\_\_\_\_\_  
**SIGNATURE OF ATTORNEY**

**Reg. No.: 24,622**

**Clarence A. Green**  
\_\_\_\_\_

**Tel. No.: (203) 259-1800**

**Type or print name of attorney**

Perman & Green, LLP

**P.O. Address**

425 Post Road, Fairfield, CT 06430

**NOTE:** The claim to priority need be in no special form and may be made by the attorney or agent if the foreign application is referred to in the oath or declaration as required by § 1.63.

**Customer No.: 2512**

(Transmittal of Certified Copy [5-4])

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS  
NATIONAL BOARD OF PATENTS AND REGISTRATION

Helsinki 15.1.2001

ETUOIKEUSTODISTUS  
PRIORITY DOCUMENT

JC971 U.S. PRO  
09/779979  
02/09/01



Hakija  
Applicant

Nokia Mobile Phones Ltd  
Helsinki

Patenttihakemus nro  
Patent application no

20001792

Tekemispäivä  
Filing date

14.08.2000

Etuoikeushak. no  
Priority from appl.

FI 20000314

Tekemispäivä  
Filing date

14.02.2000

Kansainvälinen luokka  
International class

H04L

Keksinnön nimitys  
Title of invention

"Datapakettien numerointi pakettivälitteisessä  
tiedonsiirrosta"

Täten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja jäljennöksiä patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan annetuista selityksestä, patenttivaatimuksista, tiivistelmästä ja piirustuksista.

This is to certify that the annexed documents are true copies of the description, claims, abstract and drawings originally filed with the Finnish Patent Office.

  
Pirjo Kaila  
Tutkimussihteeri

Maksu 300,- mk  
Fee 300,- FIM

Osoite: Arkadiankatu 6 A Puhelin: 09 6939 500 Telefax: 09 6939 5328  
P.O.Box 1160 Telephone: + 358 9 6939 500 Telefax: + 358 9 6939 5328  
FIN-00101 Helsinki, FINLAND

## Datapakettien numerointi pakettivälitteisessä tiedonsiirrossa

### Keksinnön tausta

Keksintö liittyy pakettivälitteiseen tiedonsiirtoon ja erityisesti datapakettien numeroinnin optimointiin, vielä erityisesti luotettavan (acknowledged) siirron yhteydessä.

Ns. kolmannen sukupolven matkaviestinjärjestelmien, joista käytetään ainakin nimityksiä UMTS (Universal Mobile Telecommunication System) ja IMT-2000 (International Mobile Telephone System), kehityksessä eräs lähtökohta on ollut mahdollisimman hyvä yhteensopivuus toisen sukupolven matkaviestinjärjestelmien, kuten GSM-järjestelmän (Global System for Mobile Communications) kanssa. Esimerkiksi UMTS-järjestelmän runkoverkko on suunniteltu toteutettavaksi GSM-runkoverkon pohjalle, jolloin jo olemassa olevia verkkoja voidaan hyödyntää mahdollisimman tehokkaasti. Edelleen kolmannen sukupolven matkaviestimille pyritään mahdollistamaan yhteysvastuun siirto eli handover UMTS- ja GSM-järjestelmien välillä. Tämä pätee myös pakettivälitteiseen tiedonsiirtoon, erityisesti UMTS:n ja GSM-järjestelmään suunnitellun pakettiradioverkon GPRS:n (General Packet Radio Service) välillä.

Pakettivälitteisessä tiedonsiirrossa voidaan käyttää luotettavaa eli kuitattua (acknowledged) lähetystä tai epäluotettavaa eli kuittaamatonta (unacknowledged) lähetystä. Luotettavassa tiedonsiirrossa vastaanottaja lähettää kuittauksen vastaanottamistaan datapaketeista PDU (Protocol Data Unit) lähettäjälle, jolloin lähettäjä voi lähettää kadonneet tai vioittuneet datapaketit uudestaan. GPRS-järjestelmässä suoritettaessa operointisolmujen välinen (inter-SGSN, Serving GPRS Support Node) handover tiedonsiirron luotettavuus varmistetaan datapaketteihin liitettävän 8-bittisen N-PDU-numeron (Network PDU) avulla, jonka perusteella voidaan tarkistaa vastaanottajalle välitetyt datapaketit. Nykyisten määritysten mukaisessa UMTS-järjestelmässä pakettivälitteisessä tiedonsiirrossa vastaavaan operointisolmujen välisen handoverin luotettavuuden varmistamiseen käytetään pakettidataprotokollan RLC-kerroksen (Radio Link Control) 12-bittistä RLC-jaksonumeroa.

GPRS:n ja UMTS:n välisessä handoverissa GPRS-järjestelmä on vastuussa handoverin luotettavuudesta, joten luotettavuuden tarkistus on järjestetty suoritettavaksi GPRS:n N-PDU-numeroiden avulla, joiden pohjalta luodaan handover-prosessissa UMTS:n puolella käytettävät identifiointinumerot. Suoritettaessa handover UMTS:stä GPRS:ään UMTS-järjestelmä on vastuussa handoverin suorituksesta, jolloin luotettavuuden tarkistus perustuu

UMTS:n käsittämiin datapakettien identifiointitietoihin. UMTS-järjestelmään on tähän tarkoitukseen suunniteltu 8-bittistä datapakettinumeroa, joka liitetään UMTS:n pakettidataprotokollaan kuuluvan konvergenssiprotokollakerroksen PDCP (Packet Data Convergence Protocol) datapakettiin ylimääräiseksi tavuksi. Tämä PDCP-PDU-numero muodostaa näin GPRS:n N-PDU-numeroa loogisesti vastaavan datapakettinumeron, jonka perusteella tarkistetaan handoverin yhteydessä, että kaikki datapaketit ovat siirtyneet luotettavasti. On myös mahdollista, että 8-bittinen PDCP-PDU-numero muodostetaan 12-bittisistä RLC-jaksonnumeroista poistamalla neljä eniten merkitsevää bittiä.

Vastaavaa PDCP-PDU- eli N-PDU-numerointia voidaan käyttää myös UMTS:n sisäisessä radioaliverkkojärjestelmien välisessä handoverissa (ns. SRNS Relocation). Datapaketit PDU asetetaan puskuriin odottamaan, että yhteysvastuu on siirtynyt toisen järjestelmän operointisolmulle SGSN tai UMTS:n sisäisessä handoverissa uudelle palvelevalle radioaliverkkojärjestelmälle SRNS (Serving Radio Network Subsystem), ja lähetetyt datapaketit voidaan poistaa puskurista sitä mukaa, kun vastaanottajalta saadaan kuittaus vastaanotetuista datapaketeista.

Eräänä ongelmana yllä kuvatussa järjestelyssä on PDCP-PDU-numeron muodostaman ylimääräisen tavun liittäminen konvergenssiprotokollakerroksen PDCP jokaisen datapaketin otsikkokenttään. Tämä lisää kuormitusta tiedonsiirrossa, koska jokaisessa datapaketissa lähetetään ylimääräinen tavu. UMTS:n pakettidatapalvelu ei kuitenkaan käytä PDCP-PDU-numeroa mihinkään tarkoitukseen normaalissa tiedonsiirrossa, vaan sitä hyödynnetään ainoastaan UMTS:n ja GPRS:n välisessä handoverissa sekä UMTS:n sisäisessä handoverissa.

Edelleen ongelmana yllä kuvatussa järjestelyssä on PDCP-PDU-numeroiden luominen RLC-jaksonnumeroista. RLC-jaksonnumerot määritetään juoksevasti RLC-kerroksen datayksiköille RLC-PDU. Järjestelmän viiveestä johtuen puskurissa voi olla suuri määrä datayksiköitä RLC-PDU. Jos RLC-jaksonnumerot kasvavat yli 255:n, joka on suurin kahdeksalla bitillä ilmaistavissa oleva desimaaliluku, voi kaksi tai useampia datapaketteja saada saman PDCP-PDU-numeron, koska RLC-jaksonnumeroiden 12:sta bitistä poistetaan neljä eniten merkitsevää bittiä. Tällöin ei vastaanottaja pysty enää yksiselitteisesti määrittämään vastaanotetun datapaketin PDCP-PDU-numeron perusteella kuitattavaa datapakettia eikä handoverin luotettavuutta voida enää varmistaa.

Vielä ongelmaksi voi muodostua mahdollinen pakettidatalähetysten multipleksaaminen PDCCP-kerroksessa, jolloin PDCCP-kerroksen alapuolinen RLC-kerros vastaanottaa datapaketteja useilta yhteyksiltä samanaikaisesti. Koska handoverin luotettavuus varmistetaan yhteysperusteisesti, on RLC-  
 5 jaksonumeroiden määrittäminen useille samanaikaisille yhteyksille erittäin hankalaa ja handoverin luotettavuuden kannalta epävarmaa.

### Keksinnön lyhyt selostus

Keksinnön tavoitteena on siten kehittää parannettu menetelmä ja menetelmän toteuttava laitteisto yllä mainittujen haittojen vähentämiseksi.  
 10 Keksinnön tavoitteet saavutetaan menetelmällä ja järjestelmällä, joille on tunnusomaista se, mitä sanotaan itsenäisissä patenttivaatimuksissa. Keksinnön edulliset suoritusmuodot ovat epäitsenäisten patenttivaatimusten kohteena.

Keksintö perustuu siihen, että käytetään PDCCP-kerroksella datapaketinumeroinnissa laskureiden avulla ylläpidettävää "virtuaalista" datapaketinumerointia. Sekä lähettäjä-PDCCP että vastaanottaja-PDCCP seuraavat  
 15 laskureiden avulla siirrettäviä datapaketteja ja vastaanottaja-PDCCP kuittaa vastaanotetut datapaketit laskurilukeman avulla, edullisesti normaalia luotettavaa (acknowledged) tiedonsiirtoa vastaavalla tavalla, jolloin datapaketinumeroita ei tarvitse lainkaan välittää datapaketinumeron mukana. Keksinnön edullisen  
 20 suoritusmuodon mukaisesti huonoissa lähetysolosuhteissa tai järjestelmän rajoituksista johtuen siirrettäviin datapaketteihin voidaan liittää tietyin aikavälein datapaketinumero, jolloin datapaketinumeroa ei liitetä läheskään jokaisen datapakettiin, mutta datapakettilaskurit voidaan kuitenkin synkronoida.

Keksinnön mukaisen menetelmän ja järjestelmän etuna on, että optimaalisissa lähetystilanteissa luotettava tiedonsiirto voidaan taata ilman, että datapaketinumeroita tarvitsee välittää lainkaan. Epäoptimaalisissa lähetysolosuhteissakin datapaketinumeroita lähetetään vain hyvin harvoissa datapaketeissa. Edelleen etuna on se, että kuitattavat ja puskurista poistettavat datapaketit voidaan määrittää yksiselitteisesti. Vielä etuna on se, että keksinnön mu-  
 30 kaista menettelyä voidaan käyttää, paitsi UMTS:n sisäisessä radioaliverkkojärjestelmien välisessä handoverissa, myös UMTS:n ja GPRS:n välisessä handoverissa edellyttäen, että vastaanlainen virtuaalinen datapaketinumerointi otetaan käyttöön myös tulevilla GPRS-versioilla.

### Kuvioiden lyhyt selostus

Keksintöä selostetaan nyt lähemmin edullisten suoritusmuotojen yhteydessä, viitaten oheisiin piirroksiin, joista

5        kuvio 1 esittää lohkokaaaviona GSM/GPRS-järjestelmän rakennetta;  
        kuvio 2 esittää lohkokaaaviona UMTS-järjestelmän rakennetta;  
        kuviot 3a ja 3b esittävät GPRS:n ja UMTS:n käyttäjädatayhteyksien  
 protokollapinoja;

       kuvio 4 esittää signaalointikaaviona tunnetun tekniikan mukaista  
 handover-prosessia UMTS:stä GPRS-järjestelmään;

10       kuvio 5 esittää signaalointikaaviona luotettavaa tiedonsiirtoa ja data-  
 pakettien kuittausta PDCP-tiedonsiirrossa;

       kuvio 6 esittää lohkokaaaviona PDCP-kerroksen toiminnallista mallia;  
        kuvio 7 esittää signaalointikaaviona keksinnön mukaista datapaketti-  
 numerointia käyttävää luotettavaa tiedonsiirtoa ja datapakettien kuittausta  
 15    PDCP-tiedonsiirrossa;

       kuvio 8 esittää erään keksinnössä hyödynnettävän datapaketin ra-  
 kennetta; ja

       kuviot 9a, 9b ja 9c esittävät erilaisia keksinnössä hyödynnettävien  
 datapakettien rakennetta.

### 20    Keksinnön yksityiskohtainen selostus

       Keksintöä selostetaan seuraavassa esimerkinomaisesti UMTS- ja  
 GPRS-järjestelmien mukaisten pakettiradiopalvelun yhteydessä. Keksintöä ei  
 kuitenkaan ole rajoitettu vain näihin järjestelmiin, vaan sitä voidaan soveltaa  
 mihin tahansa pakettivälitteiseen tiedonsiirtomenetelmään, joka edellyttää da-  
 25    tapakettien kuittausta myöhemmin kuvattavalla tavalla. Keksintöä voidaan eri-  
 tyisesti soveltaa sekä UMTS:n ja GPRS:n välisessä luotettavassa handoveris-  
 sa että UMTS:n sisäisessä radioaliverkkojärjestelmien välisessä handoverissa  
 (SRNS Relocation). Täten tässä selostuksessa käytettävä termi vastaanottaja-  
 PDCP voidaan ensin mainitussa tapauksessa korvata GPRS:n vastaavalla  
 30    toiminnolla Sndcp.

       Kuvio 1 havainnollistaa, kuinka GPRS-järjestelmä on rakennettu  
 GSM-järjestelmän pohjalle. GSM-järjestelmä käsittää matkaviestimiä MS  
 (Mobile Station), jotka ovat radioteitse yhteydessä tukiasemiin BTS (Base  
 Transceiver Station). Tukiasemaohjaimeen BSC (Base Station Controller) on  
 35    kytketty useita tukiasemia BTS, joiden käytettävissä olevia radiotaajuuksia ja

kanavia tukiasemaohjain BSC kontrolloi. Tukiasemaohjaimet BSC ovat puolestaan A-rajapinnan kautta yhteydessä matkaviestintakeskukseen MSC (Mobile Services Switching Center), joka huolehtii yhteydenmuodostuksesta ja puheluiden reitittämisestä oikeisiin osoitteisiin. Tässä käytetään apuna kahta tietokantaa, jotka käsittävät tietoa matkaviestintilaajista: kotitilaajarekisteriä HLR (Home Location Register), joka käsittää tiedot matkaviestinverkon kaikista tilaajista sekä näiden tilaamista palveluista ja vierailijarekisteriä VLR (Visitor Location Register), joka käsittää tietoja tietyn matkaviestintakeskuksen MSC alueella vierailevista matkaviestimistä. Matkaviestintakeskus MSC on puolestaan yhteydessä muihin matkaviestintakeskuksiin yhdyskäytävämatkaviestintakeskuksen GMSC (Gateway Mobile Services Switching Center) välityksellä sekä kiinteään puhelinverkkoon PSTN (Public Switched Telephone Network). GSM-järjestelmän tarkemman kuvauksen osalta viitataan ETSI/GSM spesifikaatioihin sekä kirjaan *The GSM system for Mobile Communications*, M. Mouly and M. Pautet, Palaiseau, France, 1992, ISBN:2-957190-07-7.

GSM-verkkoon kytketty GPRS-järjestelmä käsittää kaksi lähes itsenäistä toimintoa eli yhdyskäytäväsolmun GGSN (Gateway GPRS Support Node) ja operointisolmun SGSN (Serving GPRS Support Node). GPRS-verkko voi käsittää useita yhdyskäytävä- ja operointisolmuja ja tyypillisesti yhteen yhdyskäytäväsolmuun GGSN on kytketty useita operointisolmuja SGSN. Molemmat solmut SGSN ja GGSN toimivat matkaviestimen liikkuvuuden ymmärtävinä reitittiminä, jotka huolehtivat matkaviestinjärjestelmän ohjauksesta ja datapakettien reitityksestä matkaviestimiin niiden sijainnista ja käytetystä protokollasta riippumatta. Operointisolmu SGSN on matkaviestinverkon kautta yhteydessä matkaviestimeen MS. Yhteys matkaviestinverkkoon (rajapinta Gb) muodostetaan tyypillisesti joko tukiaseman BTS tai tukiasemaohjaimen BSC kautta. Operointisolmun SGSN tehtävänä on havaita GPRS-yhteyksiin kykenevät matkaviestimet palvelualueellaan, lähettää ja vastaanottaa datapaketteja kyseisiltä matkaviestimiltä sekä seurata matkaviestimien sijaintia palvelualueellaan. Edelleen operointisolmu SGSN on yhteydessä matkaviestintakeskukseen MSC ja vierailijarekisteriin VLR signalointirajapinnan Gs kautta ja kotirekisteriin HLR rajapinnan Gr kautta. Kotirekisteriin HLR on talletettu myös GPRS-tietueita, jotka käsittävät tilaajakohtaisten pakettidataprotokollien sisällön.

Yhdyskäytäväsolmu GGSN toimii yhdyskäytävänä GPRS-verkon ja ulkoisen dataverkon PDN (Packet Data Network) välillä. Ulkoisia dataverkkoja

voivat olla esimerkiksi toisen verkko-operaattorin GPRS-verkko, Internet, X.25-verkko tai yksityinen lähiverkko. Yhdyskäytäväsolmu GGSN on yhteydessä kyseisiin dataverkkoihin rajapinnan Gi kautta. Yhdyskäytäväsolmun GGSN ja operointisolmun SGSN välillä siirrettävät datapaketit ovat aina GPRS-standardin mukaisesti kapseloituja. Yhdyskäytäväsolmu GGSN sisältää myös GPRS-matkaviestimien PDP-osoitteet (Packet Data Protocol) ja reititystiedot ts. SGSN-osoitteet. Reititystietoa käytetään siten datapakettien linkittämiseen ulkoisen dataverkon ja operointisolmun SGSN välillä. Yhdyskäytäväsolmun GGSN ja operointisolmun SGSN välinen GPRS-runkoverkko on IP-yhteyksikäyttöä, edullisesti IPv6 (Internet Protocol, version 6) hyödyntävä verkko.

Pakettivälitteisessä tiedonsiirrossa tietoliikenneverkon tarjoamasta päätelaitteen ja verkko-osoitteen välisestä yhteydestä käytetään yleisesti termiä konteksti. Tällä tarkoitetaan kohdeosoitteiden välistä loogista linkkiä, jonka kautta datapaketteja välitetään kohdeosoitteiden välillä. Tämä looginen linkki voi olla olemassa, vaikka paketteja ei välitettäisikään, jolloin se ei myöskään vie järjestelmän kapasiteettia muilta yhteyksiltä. Täten konteksti eroaa esimerkiksi piirikytkentäisestä yhteydestä.

Kuviossa 2 esitetään yksinkertaistetusti, kuinka kolmannen sukupolven UMTS-verkko voidaan rakentaa edelleen kehitetyn GSM-runkoverkon yhteyteen. Runkoverkossa matkaviestinkeskus/vierailijarekisteri 3G-MSC/VLR on yhteydessä kotirekisteriin HLR kautta ja edullisesti myös älyverkon ohjauspisteeseen SCP (Service Control Point). Yhteys operointisolmuun 3G-SGSN muodostetaan rajapinnan Gs' välityksellä ja kiinteään puhelinverkkoon PSTN/ISDN kuten edellä on esitetty GSM:n yhteydessä. Operointisolmusta 3G-SGSN muodostetaan yhteys ulkoisiin dataverkkoihin PDN täysin vastaavalla tavalla kuin GPRS-järjestelmässä eli rajapinnan Gn kautta yhdyskäytäväsolmuun GGSN, josta on edelleen yhteys ulkoisiin dataverkkoihin PDN. Sekä matkaviestinkeskuksen 3G-MSC/VLR että operointisolmun 3G-SGSN yhteys radioverkkoon UTRAN (UMTS Terrestrial Radio Access Network) tapahtuu rajapinnan Iu välityksellä, joka siis GSM/GPRS-järjestelmään nähden yhdistää rajapintojen A ja Gb toiminnallisuudet, joiden lisäksi rajapinnalle Iu voidaan kehittää kokonaan uusia toiminnallisuuksia. Radioverkko UTRAN käsittää useita radioaliverkkojärjestelmiä RNS (Radio Network Subsystems), jotka edelleen muodostuvat radioverkkokontrollereista RNC (Radio Network Controller) ja näihin yhteydessä olevista tukiasemista BS (Base Station), joista



käytetään myös termiä Node B. Tukiasemat ovat radioyhteydessä tilaajapäätelaitteisiin UE (User Equipment), tyypillisesti matkaviestimiin MS.

Kuviot 3a ja 3b esittävät GPRS:n ja vastaavasti UMTS:n protokollapinoja, joiden mukaisia määrittelyjä käytetään käyttäjätiedon välityksessä yhteisissä järjestelmissä. Kuviossa 3a kuvataan matkaviestimen MS ja yhdyskäytäväsolmun GGSN välistä käyttäjätiedon siirtoon käytettävää protokollapinoa GPRS-järjestelmässä. Matkaviestimen MS ja GSM-verkon tukiasemajärjestelmän BSS välinen tiedonsiirto radorajapinnan Um yli tapahtuu normaalin GSM-protokollan mukaisesti. Tukiasemajärjestelmän BSS ja operointisolmun SGSN välisellä rajapinnalla Gb alin protokollakerros on jätetty avoimeksi ja toisessa kerroksessa käytetään joko ATM- tai Frame Relay- protokollaa. Tämän päällä oleva BSSGP-kerros (Base Station System GPRS Protocol) lisää välitettäviin datapaketteihin reitityksen ja palvelunlaadun määrittelyjä sekä datapaketin luovutukseen ja Gb-rajapinnan hallintaan liittyviä signaaleja.

Matkaviestimen MS ja operointisolmun SGSN välinen suora kommunikointi on määritelty kahdessa protokollakerroksessa, SNDCP (Sub-Network Dependent Convergence Protocol) ja LLC (Logical Link Layer). SNDCP-kerroksessa välitettävä käyttäjätieto segmentoidaan yhteen tai useampaan SNDC-datayksikköön, jolloin käyttäjätieto sekä siihen liittyvä TCP/IP- tai UDP/IP-otsikkokenttä voidaan optionaalisesti kompressoida. SNDC-datayksiköt välitetään LLC-kehyksissä, joihin on lisätty tiedonsiirron kannalta olennaisia osoite- ja tarkistusinformaatioita, ja joissa kehyksissä SNDC-datayksiköille voidaan suorittaa salaus. LLC-kerroksen tehtävänä on ylläpitää matkaviestimen MS ja operointisolmun SGSN välistä tiedonsiirtoyhteyttä ja huolehtia vahingoittuneiden kehyksien uudelleenlähetyksestä. Operointisolmu SGSN vastaa matkaviestimeltä MS tulevien datapakettien reitityksestä edelleen oikealle yhdyskäytäväsolmulle GGSN. Tällä yhteydellä käytetään tunnelointiprotokollaa (GTP, GPRS Tunneling Protocol), joka koteloi ja tunneloi kaiken GPRS-runkoverkon kautta välitettävän käyttäjätiedon ja signaaloinnin. GTP-protokollaa ajetaan GPRS-runkoverkon käyttämän IP:n päällä.

UMTS:n pakettivälitteisen käyttäjätiedon välityksessä käytettävä kuvion 3b mukainen protokollapino vastaa hyvin pitkälle GPRS:n protokollapinoa, kuitenkin muutamien olennaisien poikkeuksien. Kuten kuviossa 3b nähdään, UMTS:ssä operointisolmu 3G-SGSN ei enää millään protokollakerroksella muodosta suoraa yhteyttä tilaajapäätelaitteeseen UE, kuten matkaviestimeen MS, vaan kaikki tiedonsiirto tapahtuu radioverkon UTRAN kautta. Tällöin ope-

rointisolmu 3G-SGSN toimii lähinnä reitittimenä, joka välittää GTP-protokollan mukaiset datapaketit radioverkolle UTRAN. Radioverkon UTRAN ja tilaaja-päätelaitteen UE välisellä rajapinnalla Uu alemman tason tiedonsiirto fyysisellä kerroksella tapahtuu WCDMA- tai TD-CDMA-protokollan mukaisesti. Fyysisen

5 kerroksen päällä olevat RLC- ja MAC-kerrokset vastaavat toiminnoiltaan pitkälti GSM:n vastaavia kerroksia, kuitenkin niin, että LLC-kerroksen toiminnallisuuksia on siirretty UMTS:n RLC-kerroksen vastuulle. Näiden päällä oleva PDCP-kerros korvaa GPRS-järjestelmään nähden lähinnä SNDCP-kerroksen ja PDCP-kerroksen toiminnallisuudet vastaavat pitkälti SNDCP-kerroksen kä-

10 sittämiä toiminnallisuuksia.

Kuvion 4 mukaisessa signalointikaaviossa esitetään tunnetun tekniikan mukainen handover UMTS:stä GPRS:ään. Tällainen handover tapahtuu, kun matkaviestin MS siirtyy pakettidatalähteyksen jatkuessa UMTS-solusta GSM/GPRS-soluun, joka käyttää eri operointisolmua SGSN. Tällöin

15 matkaviestin MS ja/tai radioverkot BSS/UTRAN tekevät päätöksen handoverin suorittamisesta (vaihe 400). Matkaviestin lähettää uudelle operointisolmulle 2G-SGSN reititysalueen päivityspyynnön (RA Update Request, 402). Operointisolmu 2G-SGSN lähettää vanhalle operointisolmulle 3G-SGSN matkaviestimen liikkuvuudenhallintaa ja PDP-kontekstia määrittelevän operointisolmun

20 kontekstikyselyn (SGSN Context Request, 404). Operointisolmu 3G-SGSN lähettää pakettidatayhteydestä vastuussa olleelle radioaliverkkojärjestelmälle SRNS (Serving RNS), tarkemmin tämän käsittämille radioverkkokontrollereille SRNC (Serving RNC), SRNS-kontekstikyselyn (SRNS Context Request, 406), johon vasteena SRNS lopettaa datapakettien lähettämisen matkaviestimelle

25 MS, asettaa lähetettävät datapaketit puskuriin ja lähettää vastauksen (SRNS Context Response, 408) operointisolmulle 3G-SGSN. Tässä yhteydessä radioaliverkkojärjestelmä SRNS mm. määrittää puskuriin asetettaville datapaketille 8-bittiset PDCP-PDU- eli N-PDU-numerot. Saatuaan tiedon matkaviestimen MS liikkuvuudenhallinta- ja PDP-kontekstitiedoista operointisolmu 3G-

30 SGSN ilmoittaa nämä operointisolmulle 2G-SGSN (SGSN Context Response, 410).

Operointisolmu 2G-SGSN voi tarvittaessa suorittaa matkaviestimen autentikoinnin kotirekisteristä HLR (Security Functions, 412). Uusi operointisolmu 2G-SGSN informoi vanhaa operointisolmua 3G-SGSN siitä, että on

35 valmis vastaanottamaan aktivoitujen PDP-kontekstien datapaketteja (SGSN Context Ack, 414), johon vasteena operointisolmu 3G-SGSN pyytää radioali-

verkkojärjestelmää SRNS (SRNS Context Ack, 416a) lähettämään puskurissa olevat datapaketit operointisolmulle 3G-SGSN (Forward Packets, 416b), joka edelleen lähettää ne operointisolmulle 2G-SGSN (Forward Packets, 418). Operointisolmu 2G-SGSN suorittaa GPRS-järjestelmän mukaisen PDP-kontekstin päivityksen yhdyskäytäväsolmun GGSN kanssa (Update PDP Context Request/Response, 420). Tämän jälkeen operointisolmu 2G-SGSN informoi kotirekisteriä HLR uudesta operointisolmusta (Update GPRS Location, 422), jolloin vanhan operointisolmun 3G-SGSN ja radioaliverkkojärjestelmän SRNS muodostama yhteys puretaan (424a, 424b, 424c, 424d), uudelle operointisolmulle 2G-SGSN välitetään tarvittavat tilaajatiedot (426a, 426b) ja kotirekisteri HLR kuittaa uuden operointisolmun 2G-SGSN (Update GPRS Location Ack, 428).

Tämän jälkeen operointisolmu 2G-SGSN tarkistaa matkaviestimen MS tilaajaoikeudet ja sijainnin alueellaan sekä luo loogisen linkin operointisolmun 2G-SGSN ja matkaviestimen MS välille, jonka jälkeen matkaviestimen MS pyytämä reititysalueen päivityspyyntö voidaan hyväksyä (RA Update Accept, 430). Tässä yhteydessä matkaviestimelle MS lähetetään myös tieto onnistuneesti vastaanotetuista datapaketeista, jotka matkaviestin MS on lähettänyt UMTS-järjestelmän radioaliverkkojärjestelmälle SRNS ennen handover-prosessin aloittamista. Mainitut datapaketit on identifioitu edellä kuvatulla tavalla muodostetuista PDCCP-PDU-numeroista. Matkaviestin MS kuittaa reititysalueen päivityspyynnön hyväksymisen (RA Update Complete, 432), jossa yhteydessä operointisolmulle 2G-SGSN lähetetään tieto matkaviestimen MS onnistuneesti vastaanottamista datapaketeista, jotka operointisolmu 3G-SGSN on lähettänyt radioaliverkkojärjestelmän SRNS kautta ennen handover-prosessin aloittamista. Matkaviestin MS identifioi datapaketit 8-bittisillä N-PDU-numeroilla. Tämän jälkeen uusi operointisolmu 2G-SGSN voi aloittaa datapakkettien välityksen tukiasemajärjestelmän BSS kautta (434).

8-bittisten PDCCP-PDU-numeroiden muodostamista 12-bittisistä RLC-jaksonnumeroista ja siitä aiheutuvia ongelmia havainnollistetaan seuraavalla taulukolla.

Bit nr.	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
94	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0
350	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0
606	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0
862	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0

Taulukosta nähdään esimerkinomaisesti, kuinka 12-bittisesti esitetyt desimaaliluvut 94, 350, 606 ja 862 muutetaan edellä kuvatulla menettelyllä 8-bittisiksi. Koska muunnoksessa otetaan huomioon vain kahdeksan vähiten merkitsevää bittiä, kaikille mainitulle luvuille muodostuu sama 8-bittinen binääriesitys. Näin ollen, jos puskurissa on lähes 900 datayksikköä RLC-PDU, saavat edellä mainitut RLC-jaksonumerot omaavat datayksiköt saman 8-bittisen esityksen. Kun vastaanottaja kuittaa lähettäjälle onnistuneesti vastaanotetut datapaketit, ei lähettäjä voi kuitattujen 8-bittisten numeroiden perusteella yksiselitteisesti tietää, mikä datapaketti voidaan poistaa puskurista.

Kuviossa 5 esitetään, kuinka tiedonsiirron kuittaus ja datapakettien kulku tapahtuu käytettäessä kuitattua lähetystä PDPC-tiedonsiirrossa. PDPC-entiteetti vastaanottaa käyttäjältä pyynnön (PDPC-DATA.request, 500) datapakettien lähettämiseksi, jonka pyynnön yhteydessä vastaanotetaan myös datapaketteja PDPC-SDU (Service Data Unit), joista verkkokerroksen datapaketteina käytetään myös nimitystä N-SDU. PDPC-entiteetti suorittaa datapakettien otsikkokentän kompressoinnin ja lähettää näin syntyvät datapaketit PDPC-PDU RLC-kerrokselle (RLC-AM-DATA.request, 502) yhdessä radiolin-kin identiteettitietojen kanssa. RLC-kerros vastaa datapakettien PDPC-PDU lähettämisestä (send, 504) ja onnistuneen lähetyksen kuittauksesta (send ack, 506). Datapaketit N-SDU asetetaan PDPC-entiteetissä puskuriin, josta ne poistetaan vasta, kun RLC-kerrokselta saadaan kuittaus (RLC-AM-DATA.conf, 508) onnistuneesta datapakettien siirrosta vastaanottajalle. Vastaanottaja-PDPC vastaanottaa lähetetyt PDPC-PDU:t RLC-kerrokselta (RLC-AM-DATA.indication, 510), jolloin PDPC-entiteetti suorittaa datapakettien PDPC-PDU dekompressoinnin. Näin saadaan palautettua alkuperäiset datapaketit N-SDU, jotka siirretään edelleen käyttäjälle (PDPC-DATA.indication, 512).

Kuviossa 6 esitetään PDPC-kerroksen toiminnallinen malli, jossa kullekin päätelaiteyhteydelle on määritelty yksi PDPC-entiteetti. Koska nykyisissä järjestelmissä jokaiselle päätelaiteyhteydelle on määritelty omat PDP-

kontekstit, määräytyy myös jokaiselle PDP-kontekstille yksi PDCP-entiteetti, jolle on edelleen RLC-kerroksessa määritelty tietty RLC-entiteetti. GPRS-järjestelmässä N-PDU-numerointi tehdään PDP-kontekstipohjaisesti, minkä vuoksi samaa periaatetta on ehdotettu myös UMTS-järjestelmään, jolloin

5 PDCP-kerros tekisi vastaavan datapakettien numeroinnin PDCP-entiteettipohjaisesti. Tällöin käyttämällä samanlaista numerointia sekä GPRS:ssä että UMTS:ssä ei järjestelmien välisessä handoverissa pitäisi muodostua ongelmia. Kuitenkin tästä aiheutuva yhden ylimääräisen tavun lisääminen jokaiseen PDCP-datapakettiin kuluttaa UMTS-järjestelmän siirtokapasiteettia, varsinkin kun tätä ylimääräistä tavua tarvitaan vain UMTS:n ja GPRS:n välisessä handoverissa sekä UMTS:n sisäisessä radioaliverkkojärjestelmien välisessä handoverissa.

Lisäksi PDCP-kerros voidaan periaatteessa toiminnallisesti toteuttaa myös siten, että useita PDP-konteksteja multipleksataan PDCP-kerroksessa, jolloin PDCP-kerroksen alapuolisessa RLC-kerroksessa yksi

15 RLC-entiteetti vastaanottaa datapaketteja useilta päätelaitteyhteysiltä samanaikaisesti. Tällöin PDCP-entiteettipohjaisesti määritetyt datapakettinumerot sekoittuvat RLC-kerroksessa ja useilta päätelaitteyhteysiltä tulevia datapaketteja on hankalaa erottaa toisistaan, varsinkin jos datapakettinumerointi perustuu

20 RLC-jaksonumerointiin.

Häviötöntä handoveria, jossa datapaketteja ei hukata handover-prosessissa, edellytetään luotettavassa tiedonsiirrossa, jossa käytetään kuittattua lähetystä. UMTS-järjestelmän kannalta tämä asettaa RLC-kerrokselle tiettyjä edellytyksiä: RLC-kerros tulee olla kuittausmoodissa ja RLC:n tulee

25 pystyä lähettämään datapaketit oikeassa järjestyksessä. Jos nämä ehdot toteutuvat, voidaan luotettava handover UMTS:stä GPRS:ään suorittaa keksinnön edullisen suoritusmuodon mukaisesti ilman, että datapakettinumeroita tarvitsee välittää lainkaan.

Keksinnön mukaisesti pakettidatayhteyden ensimmäiselle datapakettille määritetään PDCP-PDU-jaksonumero, jolle asetetaan laskuriin alkuarvoksi jokin ennalta määrätty lukuarvo, kuten 0, sekä yhteyden lähettäjä-PDCP:hen että vastaanottaja-PDCP/SNDCP:hen. Keksintöä voidaan edullisesti soveltaa sekä UMTS:n ja GPRS:n välisessä luotettavassa handoverissa että UMTS:n sisäisessä radioaliverkkojärjestelmien välisessä handoverissa

35 (SRNS Relocation). Täten tässä selostuksessa käytettävä termi vastaanottaja-

PDCP voidaan ensin mainitussa tapauksessa korvata GPRS:n vastaavalla toiminnolla SNDCP.

Keksinnön mukaista menettelyä havainnollistetaan seuraavassa kuvion 7 avulla. Kun lähettäjä-PDCP vastaanottaa (700) datapaketin PDCP-SDU lähettäjältä, se asettaa datapaketin PDCP-SDU puskuriin ja liittää loogisesti kyseiseen datapakettiin PDCP-PDU-jaksonumeron (702). Lähettäjä-PDCP siirtää datapaketin PDCP-PDU ja siihen loogisesti liitetyn PDCP-PDU-jaksonumeron RLC-kerrokselle (704) ja lisää PDCP-PDU-jaksonumeron arvoa määrittävää laskuria yhdellä (706). RLC-kerros voi myös optionaalisesti määrittää PDCP-PDU-jaksonumeron ja datapaketin viimeisen RLC-jaksonumeron välisen suhteen ja tallentaa sen muistiin (708). RLC-kerros vastaa datapaketin PDCP-PDU siirrosta lähettäjän ja vastaanottajan välillä (710), jotka datapaketit PDCP-PDU on pilkottu siirtoa varten datayksiköiksi RLC-PDU ja numeroitu RLC-jaksonumeroilla. Kun vastaanottaja-PDCP vastaanottaa (712) RLC-kerrokselta tulevan datapaketin PDCP-PDU, se lisää vastaanotettujen datapakettien PDCP-PDU-jaksonumeroiden arvoa määrittävää laskuria yhdellä (714) ja siirtää datapaketin PDCP-SDU seuraavalle kerrokselle (716). RLC-kerroksella lähetetään kuittaus onnistuneesti vastaanotetusta datapaketista lähettäjälle (718), jonka kuittauksen lähettäjä-RLC siirtää lähettäjä-PDCP:lle (720). Vasteena kuittaukseen, lähettäjä-PDCP poistaa kyseisen datapaketin PDCP-SDU puskurista (722). Oikean poistettavan datapaketin PDCP-SDU määrittäminen tapahtuu edullisesti datapakettiin loogisesti liitetyn PDCP-PDU-jaksonumeron avulla.

Täten keksinnön mukainen datapakettien numerointi tapahtuu edullisesti "virtuaalisesti" siten, että datapaketteihin ei liitetä lainkaan erillisiä datapakettinumeroita, vaan laskureiden avulla päivitetään siirrettyjä datapaketteja ja vastaanottaja-PDCP ja lähettäjä-PDCP voivat varmistua datapakettien onnistuneesta siirrosta laskureiden arvojen perusteella. Näin ollen optimaalisessa tapauksessa keksinnön mukainen datapakettien kuittaus saadaan myös handover-prosessissa vastaamaan edellä kuvattua datapakettien kuittausta normaalissa PDCP-tiedonsiirtossa. Itse handover-prosessi voidaan suorittaa tunnetun tekniikan mukaisesti, esimerkiksi kuten edellä on kuvattu kuvion 4 yhteydessä. On huomattava, että vaikka keksintöä on edellä havainnollistettu handover-prosessin yhteydessä, voidaan keksinnön mukaista "virtuaalista" datapakettinumeroointia käyttää myös normaalissa luotettavassa tiedonsiirros-

sa, jossa vastaanottaja ja lähettäjä pysyvät koko ajan samoina, kun taas handover-prosessissa toinen taho muuttuu.

Joissakin häiriötilanteissa, kuten verkon ruuhkatilanteissa tai radiosiirtotien häiriöistä johtuen, RLC-kerros ei voi taata luotettavaa tiedonsiirtoa.

- 5 Lähettäjä-RLC:lle on tyypillisesti määritelty maksimiarvo, joko uudelleenlähetyksen lukumääränä tai aikajaksona, jonka ajan lähettäjä-RLC yrittää lähettää samaa datapakettia uudestaan. Jos maksimiarvo ylitetään, RLC-kerros informoi tästä vastaanottaja-PDCP:tä. Lähettäjä-PDCP poistaa vastaavan datapaketin puskurista seuraavan onnistuneen datapakettilähetyksen yhteydessä.
- 10 Näin tapahtuu myös silloin, kun useampi peräkkäinen datapaketti on kadonnut. Kadonneet datapaketit poistetaan puskurista vasta, kun saadaan kuittaus seuraavasta onnistuneesti lähetetystä datapaketista. Jos RLC-kerros pystyy ilmoittamaan kaikista hukkuneista datapaketeista PDCP-kerrokselle, pystyy vastaanottaja-PDCP päivittämään PDCP-PDU-jaksonumeroa oikein, jolloin lähettäjä-PDCP:n ja vastaanottaja-PDCP:n jaksonumerolaskurit pysyvät synkronoituina. Kuitenkin joissakin häiriötilanteissa RLC-kerros ei pysty takaamaan kadonneiden datapakettien informoimista PDCP-kerrokselle, jolloin PDCP-PDU-jaksonumerolaskurit lähettäjä-PDCP:ssä ja vastaanottaja-PDCP:ssä voivat joutua epäsynkroniin.

- 20 Tämä epäsynkronoituminen voidaan korjata keksinnön erään edullisen suoritusmuodon mukaisesti siten, että datapakettien PDCP-PDU mukana lähetetään tietyin aikaväleihin myös PDCP-PDU-jaksonumero. Kun vastaanottaja-PDCP saa lähetetyn datapaketin PDCP-PDU ja siihen liitetyn PDCP-PDU-jaksonumeron, se vertaa PDCP-PDU-jaksonumeroa laskurin arvoon ja tarvittaessa päivittää laskurin arvon vastaamaan vastaanotetun datapaketin PDCP-PDU-jaksonumeroa. PDCP-PDU-jaksonumeron liittäminen datapakettiin PDCP-PDU voidaan edullisesti määritellä järjestelmän asetuksilla, jolloin PDCP-PDU-jaksonumero voidaan liittää esimerkiksi joka kymmenenteen tai joka sadanteen datapakettiin PDCP-PDU. PDCP-PDU-jaksonumeron liittäminen datapakettiin PDCP-PDU voidaan myös määritellä tapahtuvaksi aina jonkin tietyn prosessin yhteydessä, kuten edellä kuvatun datapaketin hylkäyksen jälkeen RLC-kerroksella tai jonkin handover-prosessin jälkeen. PDCP-PDU-jaksonumeroa ei täten huonoissakaan lähetysolosuhteissa tarvitse liittää jokaiseen datapakettiin, vaan järjestelmän uudelleen synkronoituminen voidaan
- 35 edullisesti taata lähettämällä PDCP-PDU-jaksonumero vain joissakin, edullisesti hyvin harvoissa datapaketeissa. Edellä kuvatussa tilanteessa ei tieten-

kään tapahdu luotettavaa tiedonsiirtoa, koska datapaketteja saattaa kadota, mutta datapakettien lähetystä voidaan kuitenkin jatkaa, koska lähettäjä ja vastaanottaja saadaan nopeasti synkronoitua.

Kuviossa 8 esitetään keksinnön mukainen eräs PDCCP-kerroksen  
 5 datapaketin PDCCP-PDU rakenne. Keksinnön mukaista datapakettia PDCCP-PDU voidaan käyttää sekä jätettäessä PDCCP-PDU-jaksonumero pois datapakettista että liitettäessä se mukaan järjestelmän määrittämin tietyin aikavälein. Datapaketin PDCCP-PDU ensimmäinen tavu käsittää yhden bitin (N), jonka bitin arvolla ilmaistaan, liitetäänkö datapakettiin PDCCP-PDU PDCCP-PDU-  
 10 jaksonumero vai ei. O-bitti ilmaisee, käytetäänkö datapaketin PDCCP-PDU luomisessa optimointialgoritmia. Jos O-bitti saa arvon 1, optimointia käytetään ja se määritellään tarkemmin 12 bittiä käsittävällä optimointikentällä (OPT), joka käsittää datapaketin PDCCP-PDU ensimmäisestä tavusta neljä bittiä ja toisen tavun kokonaan. Optimointikentän arvoilla määritetään mm. käytettävä otsikkokentän kompressoititapa ja datapaketin tyyppi. Vastaanottaja-PDCCP osaa optimointikentän arvojen perusteella suorittaa datapaketille vastakkaiset toimenpiteet, kuten otsikkokentän dekompressoinnin. Optimointikentälle ei ole olemassa etukäteen määriteltyjä arvoja, vaan ne sovitaan aina erikseen lähettäjän ja vastaanottajan välisissä PDCCP-parametrien neuvottelussa. Yhden  
 20 tavun eli kahdeksan bittiä käsittävä PDCCP-PDU-jaksonumerokenttä on optionaalinen ja sitä käytetään, jos N-bitti saa arvon 1. Tällöin siis datapakettiin PDCCP-PDU liitetään mukaan PDCCP-PDU-jaksonumero. Näiden määritysten perään liitetään datapaketissa lähetettävä varsinainen käyttäjädata.

Edellä kuvattu datapakettirakenne on siis vain eräs esimerkki siitä,  
 25 miten keksinnön mukainen PDCCP-PDU-datapaketti voidaan luoda. Vaihtoehtoisesti ylemmiltä sovellustason kerroksilta tulevien datapakettien PDCCP-SDU käsittämä informaatio voidaan välittää PDCCP-kerrokselta eteenpäin kolmen erilaisen datapaketin PDCCP-PDU avulla: PDCCP-No-Header-PDU, PDCCP-Data-PDU ja PDCCP-SeqNum-PDU. Näitä on havainnollistettu vastaavasti kuvioissa  
 30 9a, 9b ja 9c.

Kuvion 9a mukaisesti PDCCP-No-Header-PDU käsittää pelkästään dataa eli ylemmiltä kerroksilta vastaanotetun PDCCP-SDU:n sellaisenaan. Täten PDCCP-kerros ei lisää PDCCP-SDU:hun mitään informaatiota, jolloin koko PDCCP-PDU käytetään hyötykuorman välittämiseen. Täten PDCCP-No-Header-PDU:  
 35 PDU:ta voidaan edullisesti käyttää edellä kuvatussa luotettavassa tiedonsiirrossa, jossa datapakettinumeroitua ylläpidetään laskureiden avulla.



Kuvion 9b mukaiseen PDCP-Data-PDU:hun on lisätty yksi tavu (8 bittiä) ilmaisemaan kyseessä oleva PDU-tyyppi sekä PDCP-SDU:n otsikkokenttään sovellettavaa kompressointimenetelmää. PDCP-kerroksen tehtäviin kuuluukin kanavatehokkuuden parantamiseen liittyvät toiminnot, jotka perustuvat tyypillisesti datapakettien otsikkokenttien optimointiin erilaisten kompressointialgoritmien avulla.

Myös kuvion 9c mukaisessa PDCP-SeqNum-PDU:ssa on vastaava ylimääräinen tavu PDU-tyypin sekä PDCP-SDU:n otsikkokenttään sovellettavan kompressointimenetelmän ilmaisemiseen, minkä lisäksi siihen on liitetty kahden tavun eli 16 bitin mittainen PDCP-PDU-jaksonumero. Sekä PDCP-Data-PDU:ssa että PDCP-SeqNum-PDU:ssa PDU-tyyppi ilmaistaan kolmella bitillä ja sillä siis erotellaan PDCP-Data-PDU ja PDCP-SeqNum-PDU toisistaan. Käytettävä kompressointimenetelmä ilmaistaan viidellä bitillä.

Eräs PDCP-kerroksen tehtävistä on datapakettien PDCP-PDU ja tarvittaessa niihin liittyvien PDCP-jaksonumeroiden välittäminen uudelle radioaliverkkojärjestelmälle UMTS:n sisäisessä radioaliverkkojärjestelmien välisessä handoverissa (SRNS Relocation). Handoverin yhteydessä edellä kuvatut häiriötilanteet voivat aiheuttaa datapakettilaskureiden epäsynkronoitumisen ja tilanteen, jossa lähettäjä-PDCP on lähettänyt datapaketin (esim. PDCP-No-Header-PDU), mutta kyseinen datapaketti ei olekaan siirtynyt uudelle vastaanottaja-PDCP:lle. Kun uudelleenlähetyksen maksimiarvo on ylitetty, lopetetaan datapakettien hylkäystoiminto RLC-kerroksella. Lähettäjä-RLC informoi tästä lähettäjä-PDCP:tä, jolloin lähettäjä-PDCP poistaa mainitun datapaketin puskurista. Tämän seurauksena vastaanottaja-PDCP odottaa datapakettia, jota ei enää ole lähettäjä-PDCP:n puskurissa, jolloin datapakettilaskureiden synkronointi ei onnistu. Tällainen virhetilanne saattaa johtaa päätelaiteyhteyden purkamiseen.

Erään edullisen suoritusmuodon mukaisesti tällöin lähettäjä-PDCP ohjataan lähettämään ensimmäinen puskurissa oleva datapaketti siten, että se käsittää myös datapakettinumeron, ts. käytetään PDCP-SeqNum-PDU-datapakettia. Täten vastaanottaja-PDCP synkronoi datapakettilaskurinsa lähettäjä-PDCP:n kanssa käyttäen hyväksi välitettyä datapakettinumeroa, jolloin synkronointi saavutetaan nopeimmalla mahdollisella tavalla. Lisäksi tiedonsiirtoa voidaan jatkaa heti, kun laskurit on synkronoitu eikä päätelaiteyhteyttä jouduta purkamaan, jolloin saatettaisiin menettää vielä suurempi määrä informaatiota. Synkronoinnin jälkeen tiedonsiirtoa voidaan jatkaa käyttäen pääte-

laiteyhteydelle määritettyä datapakettiformaattia, kuten PDCP-No-Header-PDCP-datapaketteja.

- Alan ammattilaiselle on ilmeistä, että tekniikan kehittyessä keksinnön perusajatus voidaan toteuttaa monin eri tavoin. Keksintö ja sen suoritus-
- 5 muodot eivät siten rajoitu yllä kuvattuihin esimerkkeihin vaan ne voivat vaihdella patenttivaatimusten puitteissa.

### Patenttivaatimukset

1. Menetelmä datapakettien siirrossa pakettivälitteisessä tietoliikennejärjestelmässä, jonka tietoliikenneprotokolla käsittää konvergenssiprotokollakerroksen (PDCP, SNDCP) käyttäjädatapakettien muokkaamiseksi konvergenssiprotokollapaketteihin ja linkkikerroksen (RLC, LLC) konvergenssiprotokollapakettien (PDCP-PDU) lähettämiseksi datayksikköinä (RLC-PDU) ja lähetysten kuittamiseksi, t u n n e t t u siitä, että
- määritetään lähetettävälle konvergenssiprotokollapaketeille datapakettinumero laskurin avulla,
- siirretään lähetettävät konvergenssiprotokollapaketit linkkikerrokselle lähetettäväksi,
- määritetään vastaanotetuille konvergenssiprotokollapaketeille datapakettinumero laskurin avulla ja
- kuitataan vastaanotetut konvergenssiprotokollapaketit.
2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että
- vastaanotetaan lähettäjän konvergenssiprotokollakerroksella käyttäjädatapaketti,
- tallennetaan käyttäjädatapaketti puskuuriin ja määritetään käyttäjädatapaketille konvergenssiprotokollapakettinumero lähettäjän laskurin alkuarvona,
- siirretään konvergenssiprotokollapaketti ja siihen linkitetty konvergenssiprotokollapakettinumero linkkikerrokselle ja lisätään lähettäjän laskurin arvoa yhdellä,
- lähetetään konvergenssiprotokollapaketti lähettäjän linkkikerrokselta ilman konvergenssiprotokollapakettinumeroa vastaanottajan linkkikerrokselle,
- siirretään vastaanotettu konvergenssiprotokollapaketti vastaanottajan linkkikerrokselta konvergenssiprotokollakerrokselle ja lisätään vastaanottajan laskurin arvoa yhdellä,
- lähetetään vastaanottajan linkkikerrokselta kuittaus lähettäjän linkkikerrokselle konvergenssiprotokollapaketin vastaanotosta ja
- poistetaan käyttäjädatapaketti puskurista vasteena sille, että kuittaus konvergenssiprotokollapaketin vastaanotosta siirretään lähettäjän konvergenssiprotokollakerrokselle.
3. Patenttivaatimuksen 2 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että

liitetään lähettäjän laskurin määrittämä konvergenssiprotokollapakettinumero ennalta määritetyin välein linkkikerroksella lähetettävään konvergenssiprotokollapakettiin vasteena sille, että linkkikerros ei pysty takaamaan konvergenssiprotokollapakettien luotettavaa lähetystä,

5 verrataan vastaanottajan laskurin arvoa vastaanotetun konvergenssiprotokollapaketin konvergenssiprotokollapakettinumeroon ja

päivitetään vastaanottajan laskurin arvo vastaamaan mainittua konvergenssiprotokollapakettinumeroa vasteena sille, että arvot ovat erisuuria.

4. Patenttivaatimuksen 3 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä,  
10 että

liitetään lähettäjän laskurin määrittämä konvergenssiprotokollapakettinumero lähetettävään konvergenssiprotokollapakettiin vasteena ennalta määrätyn tietoliikennejärjestelmän prosessin, kuten datapaketin hylkäyksen tai yhteysvastuun siirron, suorittamiselle.

15 5. Patenttivaatimuksen 3 tai 4 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että

poistetaan kuittaamattomat käyttäjädatapaketit puskurista vasteena sille, että vastaanottajalta lähetetään kuittaus lähettäjälle kuittaamattomien käyttäjädatapakettien jälkeen lähetettyä käyttäjädatapakettia vastaavan kon-  
20 vergenssiprotokollapaketin vastaanotosta.

6. Patenttivaatimuksen 3 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että

liitetään lähettäjän laskurin määrittämä konvergenssiprotokollapakettinumero lähettäjän puskurissa ensimmäisenä olevaan konvergenssiprotokollapakettiin vasteena sille, että lähettäjän puskurista on poistettu ainakin yksi  
25 kuittaamaton käyttäjädatapaketti linkkikerroksella ennalta määritellyn uudelleenlähetysten maksimiarvon ylityttyä.

7. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että

30 mainittu tietoliikennejärjestelmä on kuitattua lähetystä käyttävä pakettivälitteinen matkaviestinjärjestelmä, kuten UMTS- tai GPRS-järjestelmä.

8. Patenttivaatimuksen 7 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että

menetelmää sovelletaan UMTS:n ja GPRS:n välisessä yhteysvas-  
35 tuun siirrossa.

9. Patenttivaatimuksen 7 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että

menetelmää sovelletaan UMTS:n radioaliverkkojärjestelmien välisessä yhteysvastuun siirrossa.

5 10. Pakettivälitteinen tietoliikennejärjestelmä, joka käsittää päätelaitteen (MS, UE) ja kiinteän verkon, joka käsittää pakettivälitteistä tiedonsiirtoa tukevan verkkoelementin (SGSN, SRNC), jossa tietoliikennejärjestelmässä datapaketteja on järjestetty lähetettäväksi päätelaitteen ja verkkoelementin välillä ja jonka tietoliikennejärjestelmän tietoliikenneprotokolla käsittää konvergenssiprotokollakerroksen (PDCP, SNDCP) käyttäjädatapakettien muokkaimiseksi konvergenssiprotokollapaketteihin (PDCP-PDU) ja linkkikerroksen (RLC, LLC) konvergenssiprotokollapakettien lähettämiseksi datayksikköinä (RLC-PDU) ja lähetyksen kuittamiseksi, t u n n e t t u siitä, että päätelaitteen ja verkkoelementin välisessä datapakettien siirrossa

15 lähetettävälle konvergenssiprotokollapaketeille on järjestetty määritettäväksi datapakettinumero laskurin avulla,

lähetettävät konvergenssiprotokollapaketit on järjestetty siirrettäväksi linkkikerrokselle lähetettäväksi,

vastaanotetuille konvergenssiprotokollapaketeille on järjestetty  
20 määritettäväksi datapakettinumero laskurin avulla ja

vastaanotetut konvergenssiprotokollapaketit on järjestetty kuitattavaksi.

11. Patenttivaatimuksen 10 mukainen tietoliikennejärjestelmä, t u n n e t t u siitä, että

25 lähettäjän konvergenssiprotokollakerros on järjestetty vastaanottamaan käyttäjädatapaketin,

käyttäjädatapaketti on järjestetty tallennettavaksi puskuriiin ja käyttäjädatapaketille on järjestetty määritettäväksi konvergenssiprotokollapakettinumero lähettäjän laskurin alkuarvona,

30 konvergenssiprotokollapaketti ja siihen linkitetty konvergenssiprotokollapakettinumero on järjestetty siirrettäväksi linkkikerrokselle ja lähettäjän laskurin arvoa on järjestetty lisättäväksi yhdellä,

konvergenssiprotokollapaketti on järjestetty lähetettäväksi lähettäjän linkkikerrokselta vastaanottajan linkkikerrokselle ilman konvergenssiprotokollapakettinumeroa,  
35

vastaanotettu konvergenssiprotokollapaketti on järjestetty siirrettäväksi vastaanottajan linkkikerrokselta konvergenssiprotokollakerrokselle ja vastaanottajan laskurin arvoa on järjestetty lisättäväksi yhdellä,

vastaanottajan linkkikerrokselta on järjestetty lähetettäväksi kuittaus  
 5 lähettäjän linkkikerrokselle konvergenssiprotokollapaketin vastaanotosta ja  
 käyttäjädatapaketti on järjestetty poistettavaksi puskurista vasteena sille, että kuittaus konvergenssiprotokollapaketin vastaanotosta siirretään lähettäjän konvergenssiprotokollakerrokselle.

12. Patenttivaatimuksen 11 mukainen tietoliikennejärjestelmä,  
 10 t u n n e t t u siitä, että

lähettäjän laskurin määrittämä konvergenssiprotokollapaketinnumero on järjestetty liitettäväksi ennalta määritetyin välein lähetettävään konvergenssiprotokollapakettiin vasteena sille, että linkkikerros ei pysty takaamaan konvergenssiprotokollapaketin luotettavaa lähetystä,

15 vastaanottajan laskurin arvo on järjestetty verrattavaksi vastaanotetun konvergenssiprotokollapaketin konvergenssiprotokollapaketinnumeroon ja

vastaanottajan laskurin arvo on järjestetty päivitettäväksi vastaanmaan mainittua konvergenssiprotokollapaketinnumeroa vasteena sille, että arvot ovat erisuuria.  
 20

13. Patenttivaatimuksen 12 mukainen tietoliikennejärjestelmä,  
 t u n n e t t u siitä, että

lähettäjän laskurin määrittämä konvergenssiprotokollapaketinnumero on järjestetty liitettäväksi lähetettävään konvergenssiprotokollapakettiin  
 25 vasteena ennalta määrätyn tietoliikennejärjestelmän prosessin, kuten datapaketin hylkäyksen tai yhteysvastuun siirron, suorittamiselle.

14. Patenttivaatimuksen 12 tai 13 mukainen tietoliikennejärjestelmä,  
 t u n n e t t u siitä, että

kuittaamattomat käyttäjädatapaketit on järjestetty poistettavaksi  
 30 puskurista vasteena sille, että vastaanottajalta lähetetään kuittaus lähettäjälle kuittaamattomien käyttäjädatapaketin jälkeen lähetettyä käyttäjädatapakettia vastaavan konvergenssiprotokollapaketin vastaanotosta.

15. Jonkin patenttivaatimuksen 10 - 14 mukainen tietoliikennejärjestelmä, t u n n e t t u siitä, että

35 mainittu tietoliikennejärjestelmä on kuitattua lähetystä käyttävä pakettivälitteinen matkaviestinjärjestelmä, kuten UMTS- tai GPRS-järjestelmä.

16. Patenttivaatimuksen 15 mukainen tietoliikennejärjestelmä,  
tunnettu siitä, että

konvergenssiprotokollapakettinumero on järjestetty määritettäväksi  
laskurin avulla UMTS:n ja GPRS:n välisessä yhteysvastuun siirrossa.

5 17. Patenttivaatimuksen 15 mukainen tietoliikennejärjestelmä,  
tunnettu siitä, että

konvergenssiprotokollapakettinumero on järjestetty määritettäväksi  
laskurin avulla UMTS:n radioaliverkkojärjestelmien välisessä yhteysvastuun  
siirrossa.

10

**(57) Tiivistelmä**

Menetelmä datapakettien numeroimiseksi kuitattua lähetystä käyttävässä pakettivälitteisessä tietoliikennejärjestelmässä, jonka tietoliikenneprotokolla käsittää konvergenssiprotokollakerroksen käyttäjädatapakettien muokkaamiseksi konvergenssiprotokollapaketteihin ja linkkikerroksen konvergenssiprotokollapakettien lähettämiseksi datayksikköinä ja lähetyksen kuittaamiseksi. Lähetettäville konvergenssiprotokollapaketeille määritetään datapakettinumero laskurin avulla ja lähetettävät konvergenssiprotokollapaketit siirretään linkkikerrokselle lähetettäväksi ilman datapakettinumeroa. Vastaanotetuille konvergenssiprotokollapaketeille määritetään myös datapakettinumero laskurin avulla ja vastaanotetut konvergenssiprotokollapaketit kuitataan lähettäjälle.

(Kuvio 7)



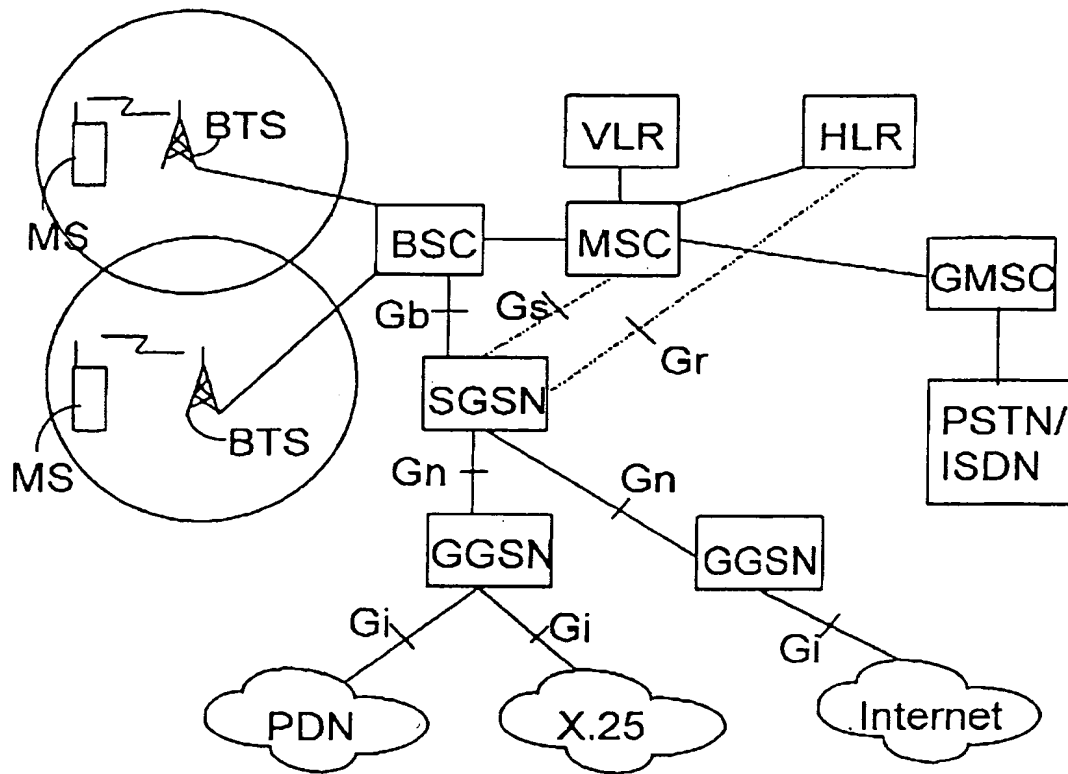


FIG. 1

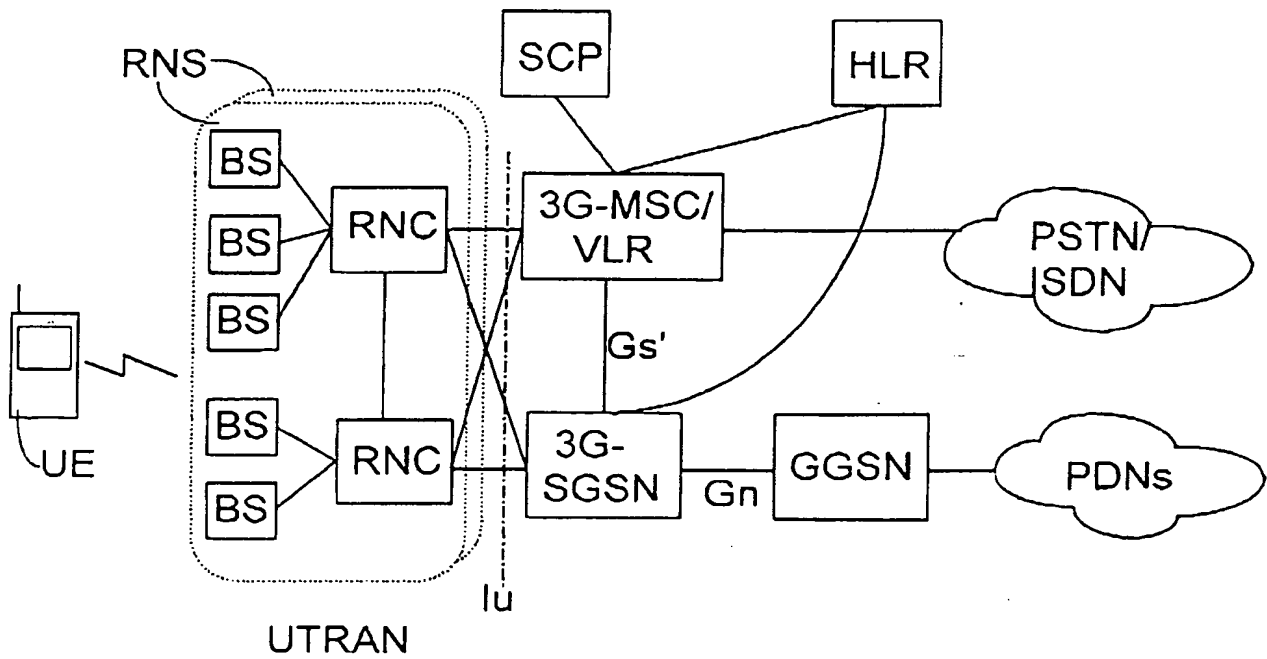


FIG. 2

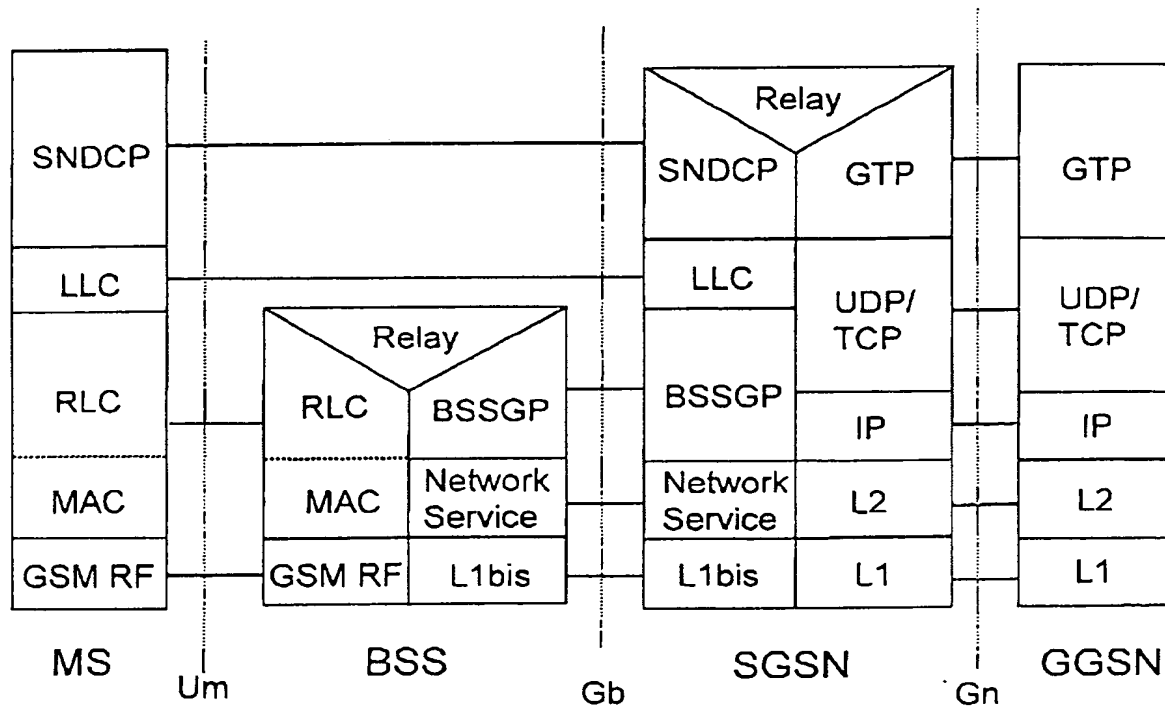


FIG. 3a

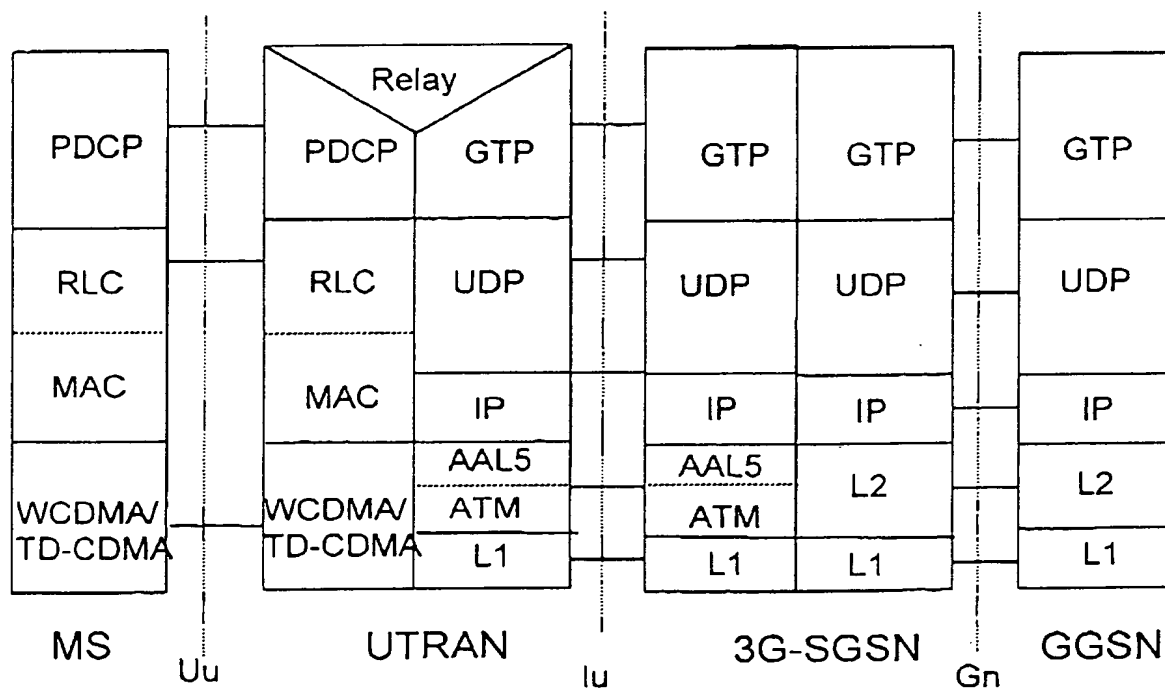


FIG. 3b

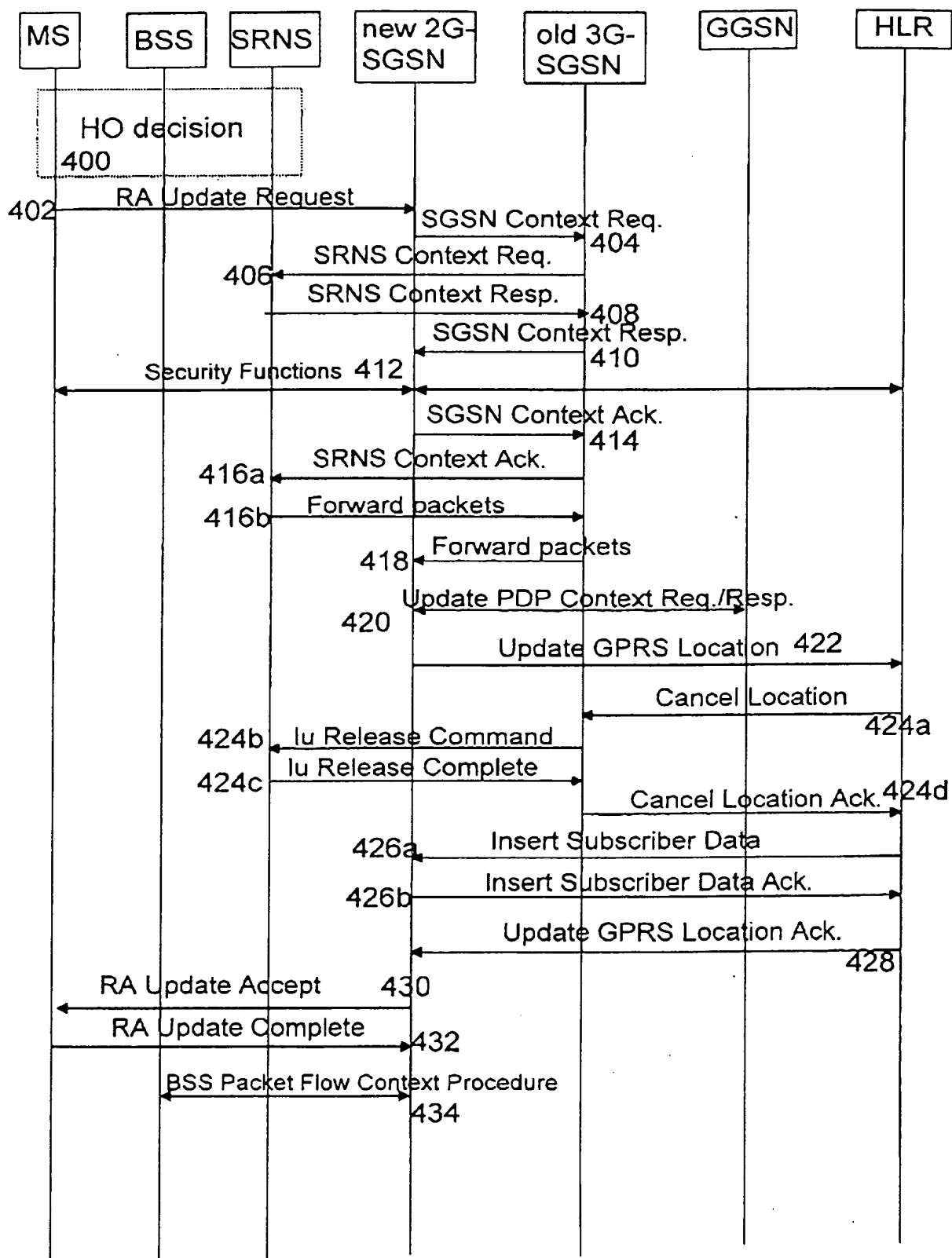


FIG. 4

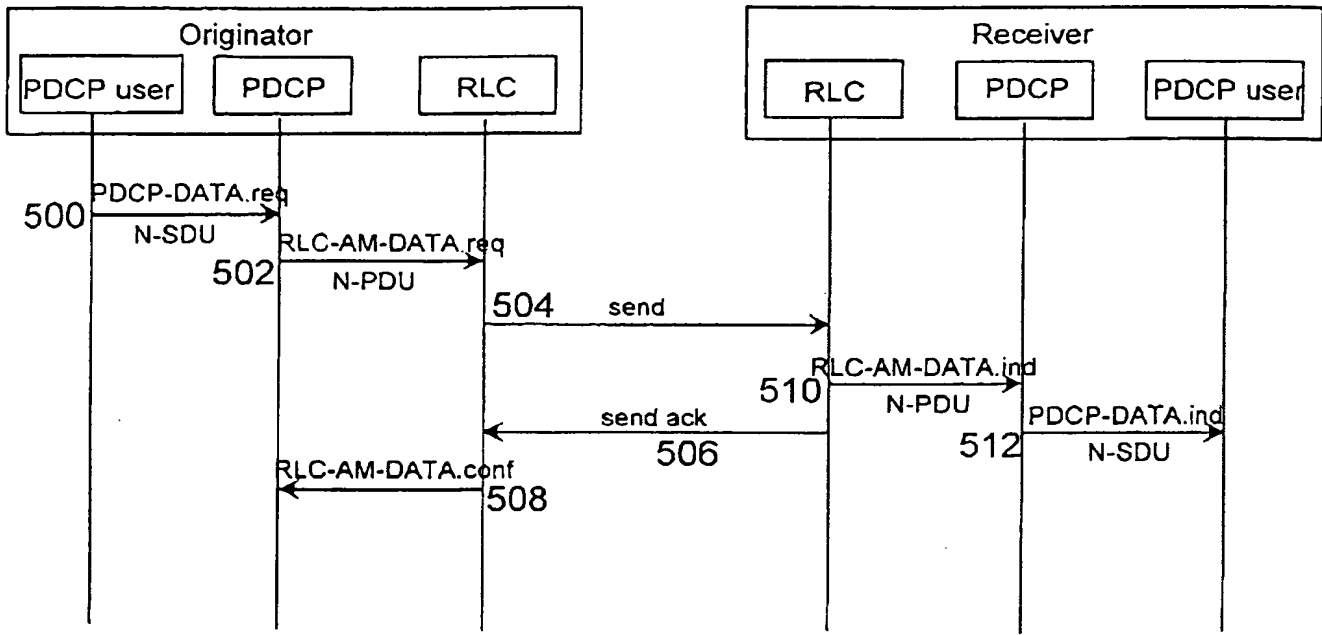


FIG. 5

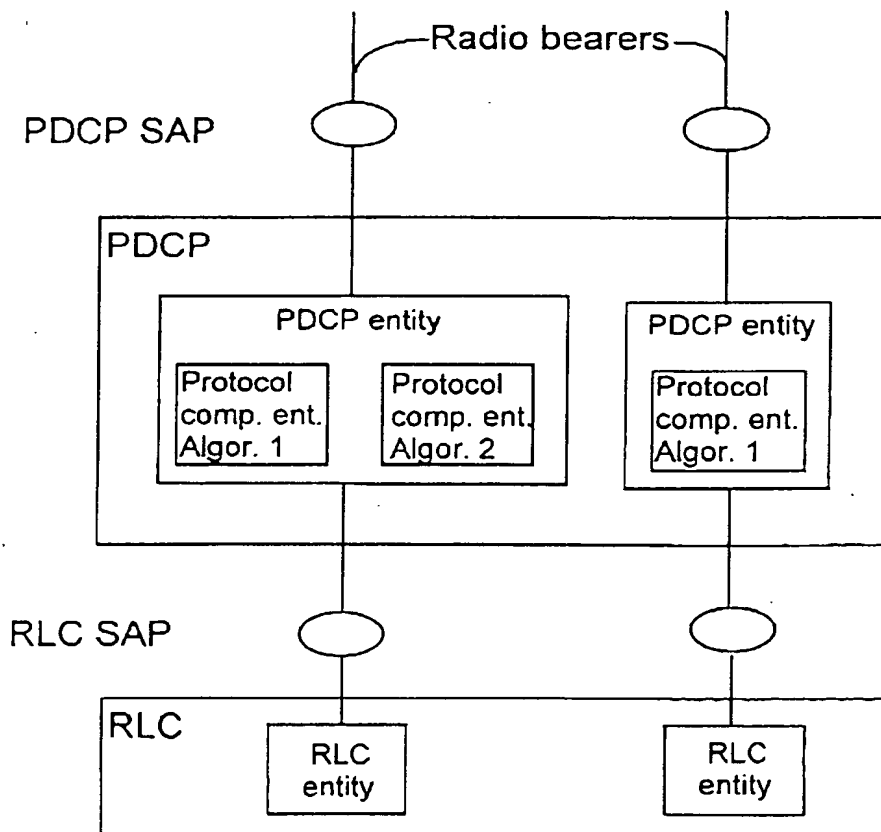


FIG. 6

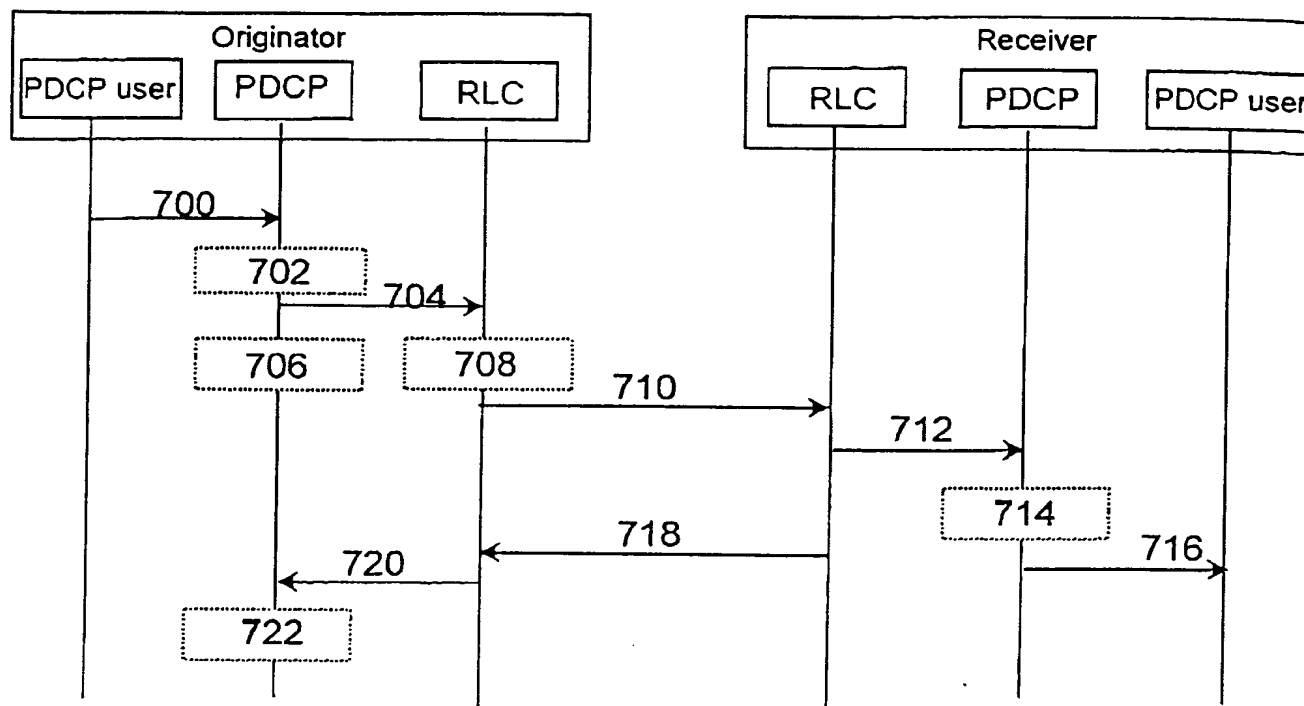


FIG. 7

8	7	6	5	4	3	2	1
X	X	N	O	OPT			
OPT							
N-PDU seq.nr							
Data							
Data							

FIG. 8

Data
Data

FIG. 9a

PDU type	PID
Data	
Data	

FIG. 9b

PDU type	PID
Seq. number	
Seq. number	
Data	
Data	

FIG. 9c